



KONGERIKET NORGE
The Kingdom of Norway

RECD 22 APR 2004

WIPO PCT

Bekreftelse på patentsøknad nr
Certification of patent application no



20031768

▷ Det bekreftes herved at vedheftede dokument er nøyaktig utskrift/kopi av ovennevnte søknad, som opprinnelig inngitt 2003.04.15

▷ *It is hereby certified that the annexed document is a true copy of the above-mentioned application, as originally filed on 2003.04.15*

2004.04.16

Line Reum

Line Reum
Saksbehandler



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

1d

+47 55214081

PATENTSTYRET

03-04-15 20031768

N.p. søknad nr.

Norge

BH/

Søker: Eidesvik AS

5443 Bømlo

Fullmektig: Actio-Lassen AS
Strandgaten 198
5004 Bergen

Oppfinner: Kjell Sandaker

Adresse oppgis senere

Prioritet fra: Ingen

15.04.2003

Buffersystem mellom brenselceller og prosess

"Buffersystem mellom brenselceller og prosess"

Foreliggende oppfinnelse vedrører et system for bruk av brenselceller til stasjonære/mobile anordninger med et stabilt/ustabilt lastbilde, og anvendelse herav.

5 Det kan være av interesse å benytte brenselceller som el-produzent eller kraftstasjon i forskjellige sammenhenger. Brenselcelle-anlegg har mange egenskaper som gjør dette ønskelig som for eksempel brennstofføkonomi, miljøhensyn, ressursutnyttelse eller annet. Anlegg som kan være aktuelle kan være såvel på stasjonære som mobile enheter, det kan være permanente anlegg på land, offshore eller i skip eller annet. Men ofte er
10 disse anleggene karakterisert ved at el-kraft belastningen varierer i større eller mindre grad over tid. Noen anlegg har til dels store lastvariasjoner over kort tid som kan være mer eller mindre forutsigbare. Også risiko eller sannsynlighet for momentane lastbortfall eller ønske om svært rask lastøkning er aktuelle. Størrelsen på slike anlegg kan variere fra noen hundre kW til flere titalls MW.

15

Et problem med å få til slike anlegg er at aktuelle brenselcelleanlegg vanskelig kan klare å følge med i et så ustabilt lastbilde. Det er kjemisk-elektriske prosesser og de har gjerne et begrenset belastningområde hvor de fungerer best. For god utnyttelse av brenselcellene bør de derfor helst få operere innenfor de operasjonelle forhold de er
20 egnet for. Dette betyr at brenselcellene bare i begrenset grad bør utsettes for de aktuelle lastvariasjonene.

Det er kjent at brenselceller som går på rent hydrogen, såkalte PEM-cellene, kan reguleres raskt, men dette er gjerne mindre anlegg på opp til noen få hundre kW. Rent hydrogen er kostbart og krever kostbare lagringsanlegg som betraktes som
25 høyteknologiske og er foreløpig bare utviklet for ganske begrensede kapasiteter.

Såkalte høytemperaturceller, som gjerne går på andre brennstoff, som for eksempel naturgass, har langt mindre fleksibilitet for regulering. Det er en fordel om en kan
30 benytte brenselceller som kan benytte naturgass eller andre hydrokarbon-forbindelser som brennstoff, da dette blir billigere.

Brenselceller har mange fordeler, som er kjent hos fagmen på området, ovenfor andre anordninger, spesielt på miljø området.

Videre er det også av tekniske grunner ønskelig med høytemperaturceller. Da kan en for 5 eksempel utnytte varmen i avgassene. Med andre ord: Det er høytemperaturceller som kan gå på naturgass eller andre gasser og ikke er avhengig av ren hydrogen som er mest interessante kommersielt, og det er denne typen anlegg som oppfinnelsen i hovedsak er rettet mot. Det er slike celletyper som anses aktuelle for industrianlegg, til skipsdrift og 10 offshore-anlegg. Men realiseringen av prosjekter hemmes av at disse celletypene ennå er så lite tilpasset for store og "uryddige" lastvariasjoner. Ved å anvende oppfinnelsen ryddes denne hindring av veien.

Oppfinnelsen løser dette problemet ved å bygge/arrangere tekniske systemer rundt 15 brenselcellleanlegget på en slik måte at disse tilleggssystemene, heretter kalt buffersystemer, tar hånd om lastvariasjonene som omliggende prosess krever og derved skjerme brenselcellleanlegget på en slik måte at brenselcellleanlegget kan fungere som el-kraft-produsent innenfor de rammebetingelser og forutsetninger som det er egnet for. Buffersystemet har dermed en funksjon som reguleringssystem mellom kraftprodusent 20 og forbruker.

Oppfinnelsen er kjennetegnet ved de karakteriserende deler av hovedkrav 1 og 7, mens alternative løsninger er kjennetegnet ved de uselvstendige krav.

Med slike buffersystem muliggjøres bruk av brenselcellleanlegg i anvendelser der det er 25 store og uregelmessige lastvariasjoner. Arrangement for dumping av energi, fortrinnsvis i form av likestrøm/ DC, rett inn i vanndomen på kjelen i den hensikt å bli kvitt overskuddsenergi momentant, er en vesentlig egenskap ved systemet. Spesielt ved oppfinnelsen er at kombinasjon av et antall delsystemer / kretser og komponenter, tilsammen frembringer egenskaper ved systemet som helhet som har fordeler som 30 tidligere ikke er kjent. Eksempel på slike delsystemer / kretser er: Luft – røkgass-krets med turbin/ kompressor, dampkjede for varmegjenvinning og tilleggsfyring, damp – kondensat-krets med dampturbin, hydrogen-krets med elektrolysør, hydrogenlager og

PEM-cellene, gasskrets med gasslager og fordelingssystem, fordelingssystem for el-kraft inkludert turbindrevet generator, tavler og kontrollsysten. Antall og omfang av slike systemer tilpasses i hvert enkelt tilfelle avhengig av de aktuelle lastvariasjonene som forventes i prosessen/ anwendelsen.

5

Forkortelser i denne søknad:

MCFC - Molten Carbonate Fuel Cell, smeltekarbonat celle
PEM - Proton Exchange Membrane celle, protonbyttemembran celle
DC - Cirect Current, likestrøm

10

Foreliggende oppfinneren er en prinsippløsning for hvordan en kan lage tekniske systemer av i og for seg kjente komponenter og delsystemer og integrere i en sammenheng med og omkring brenselcellene på en slik måte at brenselleanlegget kan opereres på sine egne premisser og med minimal påvirkning eller forstyrrelse fra lastvariasjonen i den omliggende prosessen/forbrukersystemet. Videre har dette buffersystem, som kan bygges opp mer eller mindre komplekst avhengig av hvilket anlegg det skal betjene, egenskaper, karakteristikker og kapasitet til å imøtekomm de kravene som prosessens aktuelle lastvariasjoner og forstyrrelser krever.

15

20 Egenskaper som inngår i oppfinneren:

25

- Brenselceller som ønskes benyttet til el-kraft-produksjon i en sammenheng der belastningsbildet kan oppvise store variasjoner eller forstyrrelser som overstiger de grensene som de aktuelle brenselcellene med rimelighet kan klare, eller det ikke er ønskelig at de skal følge med på, arrangeres sammen med tekniske systemer som har egenskaper og kapasitet til å imøtekomm kravene på en slik måte at brenselcellene ikke blir unødig belastet eller forstyrret i sin funksjon eller driftsholdbarhet.
- Buffersystemene kan settes sammen i forskjellige konfigurasjoner alt etter karakteristikkene i det aktuelle anlegget som skal betjenes.

30

- Buffersystemene kan arrangeres slik at utgående el-produksjon fra anlegget kan reguleres fra null til en maksimumskapasitet som kan ligge vesentlig høyere enn kapasiteten til brenselcelleanlegget isolert sett.
- Buffersystemene kan fungere som en viktig del av reguleringssystem for hele anlegget således at
 - o kortvarige lastvariasjoner håndteres av buffersystemet ved sin egen bufferkapasitet
 - o overskuddsenergi kan på meget kort varsel ledes ut av systemet
 - o tilleggsenergi kan fremskaffes på meget kort varsel ved hjelp av buffersystemenes interne egenskaper og bufferkapasitet.
- Buffersystemene kan regulere nivået på kraftproduksjonen fra anlegget innen vide grenser som går både under minimum- og over maksimumskapasiteten til det sentrale brenselcelleanlegget.

15 Eksempel på anvendelse av oppfinnelsen kan være ved:

- Øyeblikksvariasjoner i el-kraftbehovet håndteres av dampturbin m/ generator og dampkretsen. Denne kretsen har sin egen interne bufferkapasitet.
- Et større momentant lastbortfall i prosessen kan håndteres ved at overflødig energimengde, som anses hensiktsmessig i form av el-kraft / DC, dumpes rett inn i vanndomen i kjelen, eller det kan løses ved å by-passe damp utenom dampturbinen og direkte til kondensator og dermed avlaste den dampturbindrevne generatoren.
- Et ønske om momentan eller svært rask økning av el-kraft-produksjonen, som for eksempel ved oppstart av store forbrukere eller i en nødsituasjon der maksimal effekt ønskes for å bringe skipet vekk fra en faresituasjon, kan oppnås ved å
 - åpne opp for økt damp tilførsel til turbinen
 - tenne gassbrenner for tilleggsfyring i kjelen for å øke dampproduksjonen
 - starte PEM-cellene på hydrogen.

Alle disse tiltakene, som tilsammen kan ha en kapasitet som overstiger høytemperatur-cellene kapasitet, kan iverksettes på svært kort varsel, vi snakker om sekunder, uten at høytemperaturcellene behøver å merke det.

- Belastning over lengre tid som er høyere enn hva høytemperaturcellene har kapasitet til kan en oppnå ved

+47 55214081

5

- kjøre PEM-celler på hydrogen
- tilleggsfyring på kjelen med gass
- tilleggsfyring på kjelen med olje.
- Lengre tid på svært lav eller ingen last kan løses ved
 - Produsere hydrogen for lager inntil lageret er fullt

5 Regulere høytemperaturcellene ned til null ytelse, men opprettholde temperaturen ved gassfyring.

Oppfinnelsen skal nå beskrives nærmere ved hjelp av de vedlagte figurer, hvori:

10

Figur 1 viser eksempler på skjematisk, grafisk framstilling av lastvariasjoner.

Variasjonene kan være større eller mindre og kan være statistisk uregelmessige i form og tid.

15

Figur 2 viser et eksempel på en skjematisk, grafisk framstilling av en lastforstyrrelse.

Figur 3 viser et eksempel på et belastningsbilde in et brenselcelleanlegg. Skjematisk bilde av mulige lastvariasjoner over tid når et skip er i operasjon.

20

Figur 4 viser en skjematisk fremstilling av et eksempel på et (del)system med en brenselcelle med en luft-røkgasskrets.

Figur 5 viser skjematisk et mer utviklet anlegg, omfattende delsystemet vist i figur 4.

25

Illustrasjonen i figur 3 antyder et mulig foretrukket lastområde for hovedbrenselcelleanlegget, her vist området ca. 1625 kW – 3250 kW. Området mellom 1625 kW og aktuell belastning når denne er lavere, skravert gul, viser overskuddsenergi som magasineres. Området over 3250 viser energi som tas fra overskuddslageret og anvendes i toppbelastning.

30

Fremstillingen i figur 4, kan være en utførelse av foreliggende oppfinnelse, og kan være en del av det i figur 5 viste mer komplekse systemet. Et totalt anlegg kan ha flere del-

kretser med forskjellige funksjoner. Brenselcellen vises som en 'black box' med følgende forbindinger:

- Naturgassinntak, for eksempel CH₄ fra LNG-lageret (liquified Natural Gass). Gasset vil normalt leveres med en temperatur av 15-20°C.
- 5 - Vanninntak. Vannet anses å være forvarmet til omtrent 100°C.
- Luftinntak. Luften anses å være forvarmet. Passende temperatur velges. Luftmengden forutkalkuleres på basis av varmebalansen.
- Eksosutgang. Sammenstilling og temperatur forutkalkuleres på basis av varmebalanse og effektivitetstall.
- 10 - Likestrømutgang.

En turbolader kan være anordnet for å drive luft-eksoskretsen. Trykket som skal bygges opp av turboladeren skal være tilstrekkelig for å overvinne trykkfallet over reformeren/MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell, smeltekarbonat celle), det nødvendige trykkfallet gjennom den drivende turbin, og trykkfallet gjennom kjelen.

Det i figur 5 viste system kan være en utførelse av foreliggende oppfinnelse. Her vises blant annet en brenselcelleaggregat (MCFC) (1), dampkjelle/ varmegjenvinningskjelle (2), hydrogenkrets (3), LNG-krets (4) med LNG-tilknytning, damp-kondensatkrets (5) med dampturbinanordning, LNG- eller oljebrennere (6), luft-røykgasskrets (8), (vind)generator (9), varmeveksler (10), service-varmekrets, el-kraftkrets for blant annet elektrisitetfrembringingsytelse.

Dampkretsen driver en dampturbin som driver en DC-generator. MCFCen leverer DC til en DC-fordelingsfelt. Den turbindrevne DC-generator leverer det samme til DC-fordelingsfeltet.

I tilfelle av en plutselig utfall av belastningen kan DC- kraft ledes til en varmespiral i vannet i kjelen. Dette kontrolleres av automatiseringsteknikker. Slik dump av el-kraft inn i kjelen vil produsere damp. I tilfelle av overskytende dampproduksjon kan damp dumpes videre inn i kondensoren og dermed slippes energi ut av systemet. Damp til

+47 55214081

7

turbinen kan ledes utenfor turbinen og direkte til kondenseren, dermed dumpende elproduksjon fra generatoren.

I tilfelle av plutselig behov for raskt oppbygging av nødvendig el-kraft kan dette
5 frembringes ved å åpne opp for økt dampstrøm og tilleggsheting av kjelen ved å starte gassbrenneren. I kjelen kan damp for turbin-el-kraft produseres ved:

- varmegjenvinning ut av eksosgass
- tillegsfyring med gassbrennere
- tillegsfyring med diesel- eller oljebrennere

10

Dumpet el-kraft inn i kjlevannet ses dog ikke som en måte å produsere damp til turbinen. Det er en nødfallsmåte å bli kvitt produsert kraft i tilfelle av plutselig utfall av en stor energikonsument.

15 Et alternativ til å dumpa overskudds-el-kraft inn i kjelen er å dumpa det til en elektrolyse-enhet for å produsere hydrogen. Hydrogen lagres da for å seinere brukes som brensel i en PEM-celle-anordning for å produsere el-kraft. Denne sammenstillingen kan være praktisk å sammenstille i kombinasjon med MCFCen, siden MCFCen kan ha en definert minimumskapasitet hvorunder den ikke bør kjøres. Så i perioder hvor

20 drivkraftsbehovet er lavere enn MCFCens minimum, kan overskuddsenergien ledes til elektrolyse-enheten. Når seinere drivkraftsbehovet blir større enn kapasiteten til MCFCen kan PEM-cellen aktiviseres for å produsere toppbelastningskraft i stedet for dampturbinen. Dette tilsetter redundans til systemet.

25 Ved introduksjon av elektrolyse-enheten og PEM-cellen trenges det ikke å strekke ut prestasjonsområdet til MCFCen ut av rekkevidde, mens det vil oppleves begge typer celler i en marin anvendelse.

30 Andere typer brenselceller enn MCFC kan brukes. Systemet kan sammenstilles med enhver type brenselceller eller konverter/brenselcellekombinasjon som gir eksosgasser med en så høy temperatur at det er bekvem for varmegjenvinning til dampproduksjon.

Oppfinnelsen omfatter et system for bruk av brenselceller til stasjonære/mobile anordninger med et stabilt/ustabilt lastbilde, omfattende en brenselcelle; en buffer for lagring av overskuddsenergi, innrettet til å fungere som reguleringssystem mellom brenselcellen og energiforbruksenheten; en dumpeanordning for dumping av energi når bufferen er full; og en energigenerator/omformer for transformasjon av i bufferen lagret energi til en ønsket energiform, ved større energibehov enn brenselcellen kan tilfredsstille, eller for transformasjon av energi som ikke brukes og som skal lagres i en annen form, eller for transformasjon av i bufferen lagret energi som skal dumpes i en annen form;

10

Oppfinnelsen omfatter også et system for bruk av brenselceller til stasjonære/mobile anordninger med et stabilt/ustabilt lastbilde, omfattende en eller flere av følgende komponenter: flere forskjellige/like brenselceller; flere forskjellige/like buffere; flere forskjellige/like dumpeanordninger; flere forskjellige/like omformere; og flere forskjellige/like delsystemer.

15

Oppfinnelsen omfatter ytterligere et system for bruk av brenselceller til stasjonære/mobile anordninger med et stabilt/ustabilt lastbilde, hvor bufferen kan være én eller flere av følgende anordninger: en trykkjøle med fluid; en hydrogentank med hydrogen; eller andre anordninger som er kjent hos fagmen på området.

20

Oppfinnelsen omfatter videre et system for bruk av brenselceller til stasjonære/mobile anordninger med et stabilt/ustabilt lastbilde, hvor dumpeanordningen kan være én eller flere av følgende anordninger: en dampeksos; en kondensator; eller andre anordninger som er kjent hos fagmen på området.

25

Oppfinnelsen omfatter også et system for bruk av brenselceller til stasjonære/mobile anordninger med et stabilt/ustabilt lastbilde, hvor omformeren kan være én eller flere av følgende anordninger: en elektrolyse-enhet; en kondensator; en turbin; en generator; en gassbrenner; en PEM-celle (Proton Exchange Membrane, protonbyttemembran); en varmeelement; eller andre anordninger som er kjent hos fagmen på området.

Oppfinnelsen omfatter ytterligere et system for bruk av brenselceller til stasjonære/mobile anordninger med et stabilt/ustabilt lastbilde, hvor det omfatter én eller flere av følgende delsystemer: en luft-røkgasskrets med turbin/kompressor; en dampkjede for varmegjenvinning og tillegsfyring; en

5 damp-kondensatkrets med dampturbin; en hydrogenkrets med elektrolyse-enhet; et hydrogenlager og PEM-cell; en gasskrets med gasslager og fordelingssystem; et fordelingssystem for el-kraft med turbindrevet generator, tavler og kontrollsistem; eller andre anordninger som er kjent hos fagmen på området.

10

Oppfinnelsen omfatter også en fremgangsmåte for bruk av anordningen for bruk av brenselceller til stasjonære/mobile anordninger med et stabilt/ustabilt lastbilde, hvor energien som produseres av nevnte brenselcelle, og som ikke brukes av nevnte systemet, lagres i nevnte buffer; ved behov av nevnte system for mer energi enn brenselcellen kan 15 levere momentant, brukes energi som er lagret i nevnte buffer; energien som ikke kan lagres i nevnte buffer dumpes via nevnte dumpaanordning; energi som ønskes i en annen form omsettes via nevnte omformer; energi som ønskes transportert til en annen del av systemet transporteres via nevnte delsystem; eller anvendelse av andre anordninger som er kjent hos fagmen på området.



+47 55214081

10

PATENTKRAV

1. System for bruk av brenselceller til stasjonære/mobile anordninger med et stabilt/ustabilt lastbilde, *karakterisert ved* at det omfatter:
 - 5 a) en brenselcelle;
 - b) en buffer for lagring av overskuddsenergi, innrettet til å fungere som reguleringssystem mellom brenselcellen og energiforbruksenheten;
 - c) en dumpeanordning for dumping av energi når bufferen er full;
 - d) en energigenerator/omformere for transformasjon av i bufferen lagret energi til en ønsket energiform, ved større energibehov enn brenselcellen kan tilfredsstille, eller for transformasjon av energi som ikke brukes og som skal lagres i en annen form, eller for transformasjon av i bufferen lagret energi som skal dumpes i en annen form.
- 15 2. System i samsvar med krav 1, *karakterisert ved* at systemet omfatter en eller flere av følgende komponenter:
 - a) flere forskjellige/like brenselceller;
 - b) flere forskjellige/like buffere;
 - c) flere forskjellige/like dumpeanordninger;
 - 20 d) flere forskjellige/like omformere;
 - e) flere forskjellige/like delsystemer.
3. System i samsvar med krav 1, *karakterisert ved* at bufferen kan være én eller flere av følgende anordninger:
 - a) en trykkjelle med fluid
 - b) en hydrogentank med hydrogen
- 25 4. System i samsvar med krav 1, *karakterisert ved* at dumpeanordningen kan være én eller flere av følgende anordninger:
 - a) en dampeksos
 - b) en kondensator

+47 55214081

11

5. System i samsvar med krav 1, *karakterisert ved* at omformeren kan være én eller flere av følgende anordninger:

- a) en elektrolyse-enhet
- b) en kondensator
- c) en turbin
- d) en generator
- e) en gassbrenner
- f) en PEM-celle (Proton Exchange Membrane, protonbyttemembran)
- g) en varmeelement

10

6. System i samsvar med krav 1, *karakterisert ved* at det omfatter én eller flere av følgende delsystemer:

- a) en luft-røkgasskrets med turbin/kompressor
- b) en dampkjede for varmegjenvinning og tillegsfyring
- c) en damp-kondensatkrets med damp-turbin
- d) en hydrogenkrets med elektrolyse-enhet
- e) et hydrogenlager og PEM-celler
- f) en gasskrets med gasslager og fordelingssystem
- g) et fordelingssystem for el-kraft med turbindrevet generator, tavler og kontrollsysten

20

7. Fremgangsmåte for bruk av anordningen ifølge krav 1, *karakterisert ved* at

- a) energien som produseres av nevnte brenselcellen, og som ikke brukes av nevnte systemet, lagres i nevnte buffer;
- b) ved behov av nevnte system for mer energi enn brenselcellen kan levere momentant, brukes energi som er lagret i nevnte buffer;
- c) energien som ikke kan lagres i nevnte buffer dumpes via nevnte dumpeanordning;
- d) energi som ønskes i en annen form omsettes via nevnte omformer;
- e) energi som ønskes transportert til en annen del av systemet transporteres via nevnte delsystem.



+47 55214081

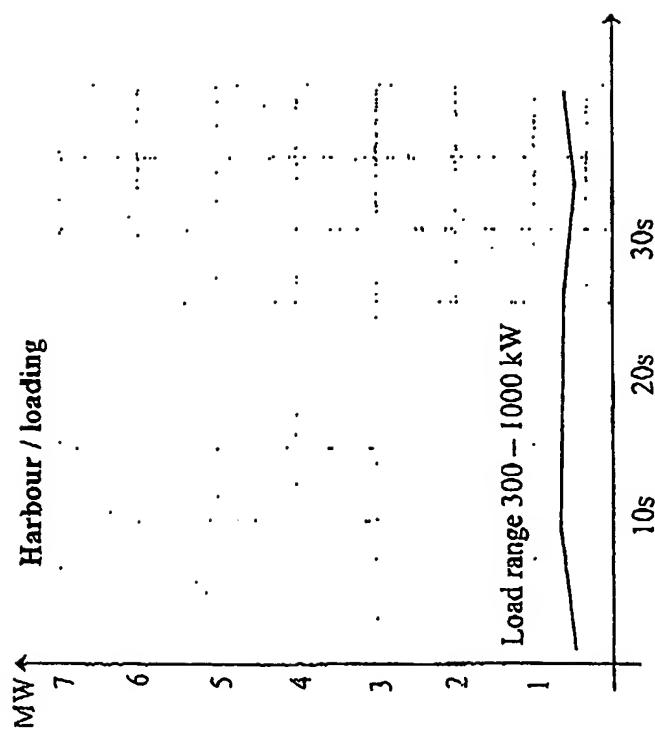
12

Sammendrag

Foreliggende oppfinnelse omfatter et system for bruk av brenselceller til stasjonære/mobile anordninger med et stabilt/ustabilt lastbilde, som det omfatter: en brenselcelle; en buffer for lagring av overskuddsenergi, innrettet til å fungere som reguleringssystem mellom brenselcellen og energiforbruksenheten; en dumpeanordning for dumping av energi når bufferen er full; en energigenerator/omformer for transformasjon av i bufferen lagret energi til en ønsket energiform, ved større energibehov enn brenselcellen kan tilfredsstille, eller for transformasjon av energi som ikke brukes og som skal lagres i en annen form, eller for transformasjon av i bufferen lagret energi som skal dumpes i en annen form; og en fremgangsmåte for bruk herav.



FIG 1.



Eksempel på lastvariasjoner

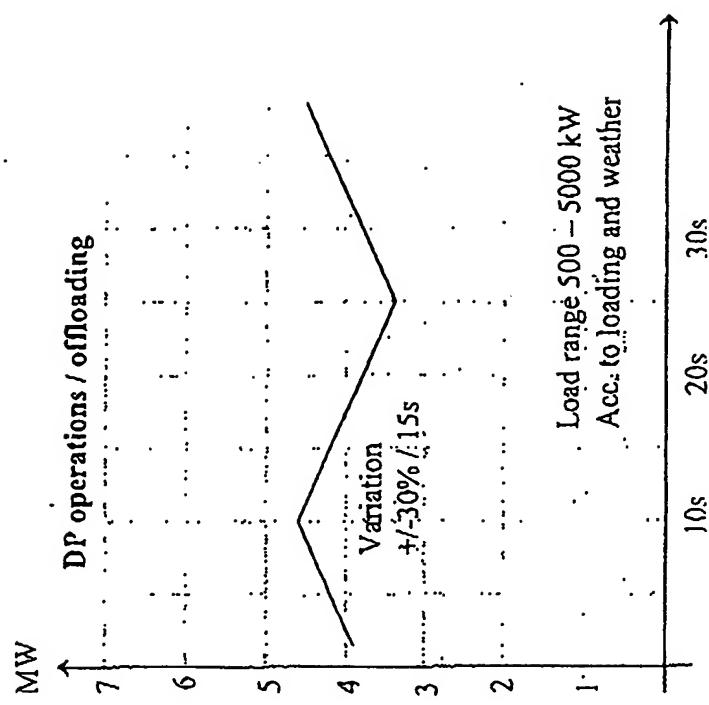
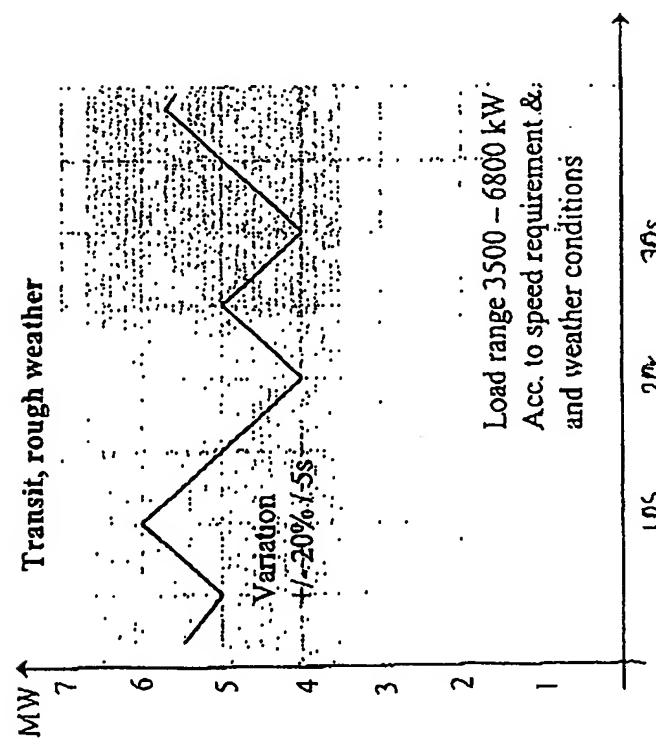
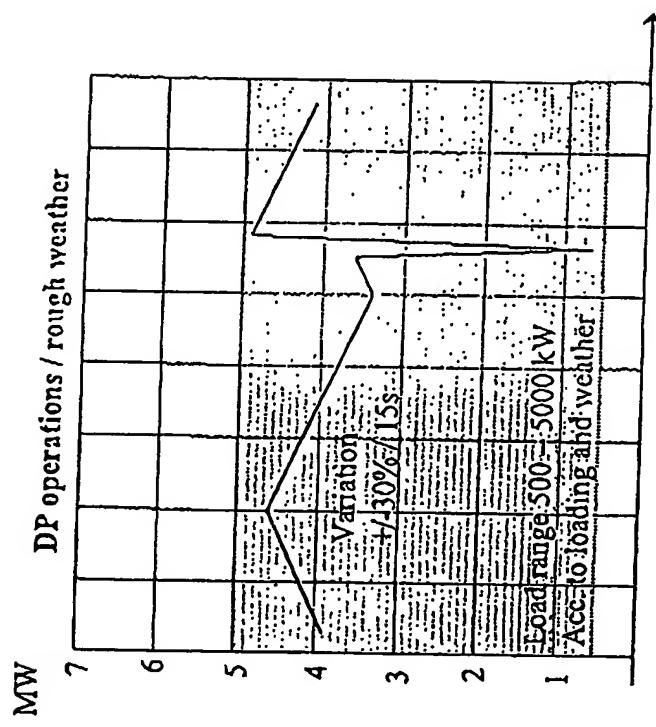


Fig L.

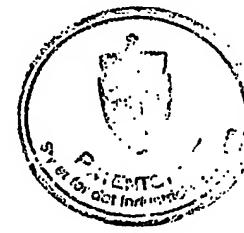
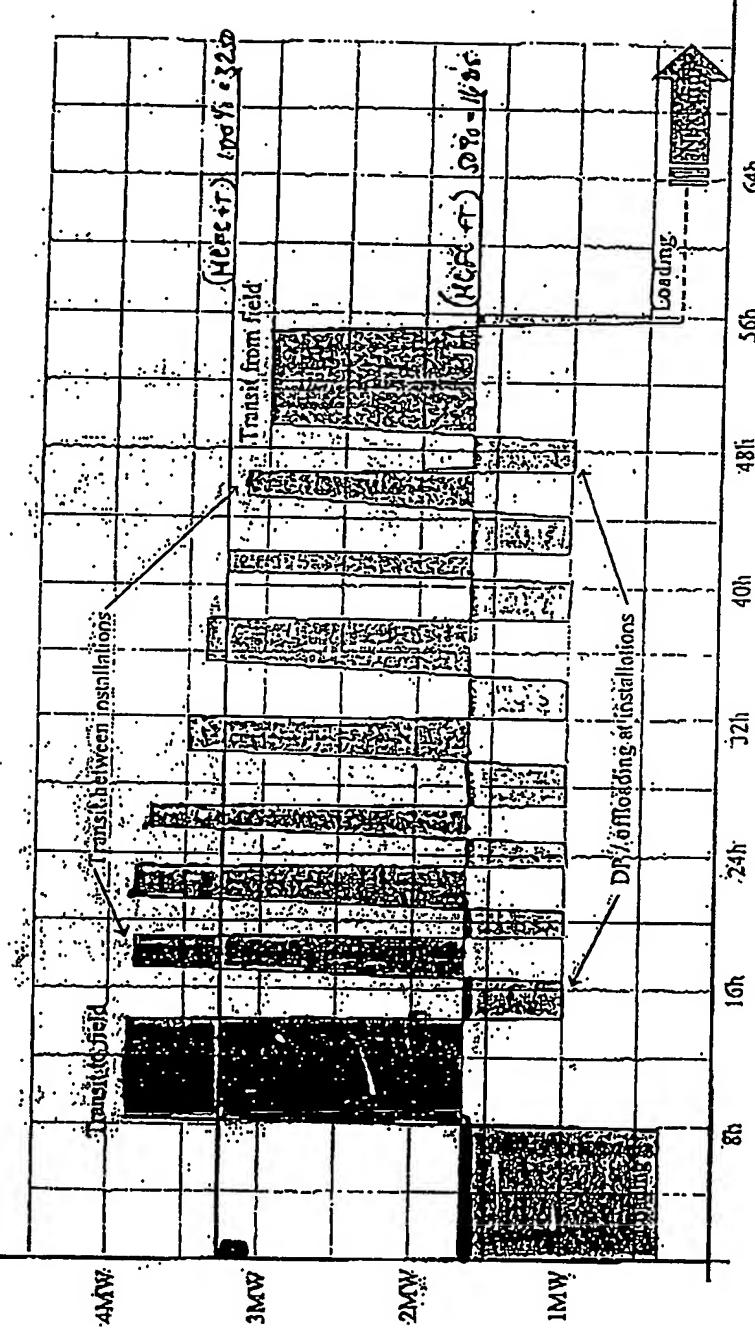
Lastforstyrrelser



FC-anlegg i et belastningsbilde

 **FC-powered Offshore Supply Vessel**
Operating profile
Offshore conditions

 **FC-powered Offshore Supply Vessel**
Operating profile
Offshore conditions



MCF3MW – AIR – EXHAUST
CIRCUIT

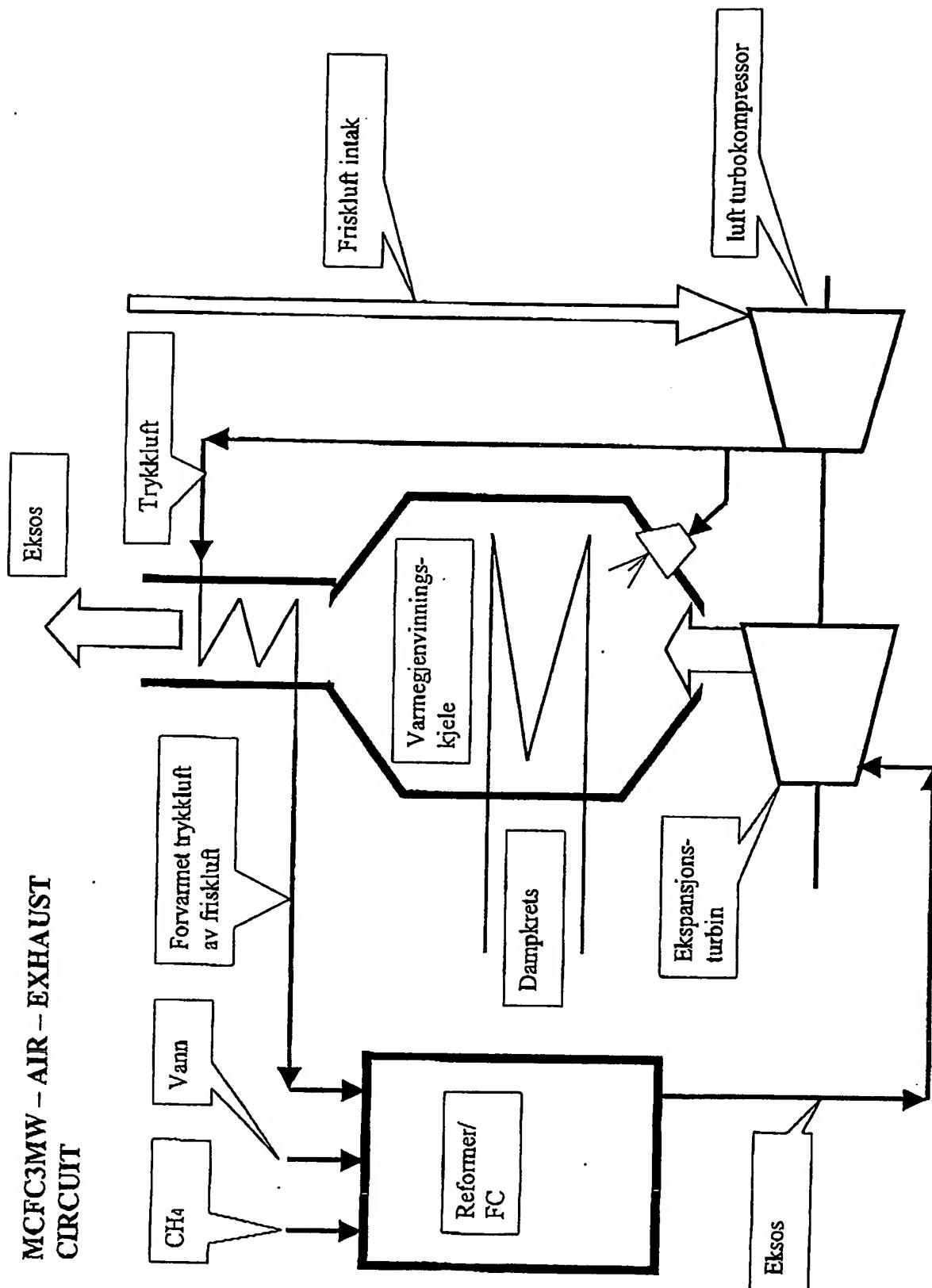


FIG 5.

+47 55214081

MCFC-PEM - DAMPKRETS

